

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY
INFORMATION REPORT

REPORT NO. [REDACTED]

CD NO.

COUNTRY Germany (Russian Zone)

DATE DISTR. 9 June 1950

SUBJECT Rectifier Bureau Report Concerning the
Manufacturing Process of Pressed Glass Casting
25X1A

NO. OF PAGES

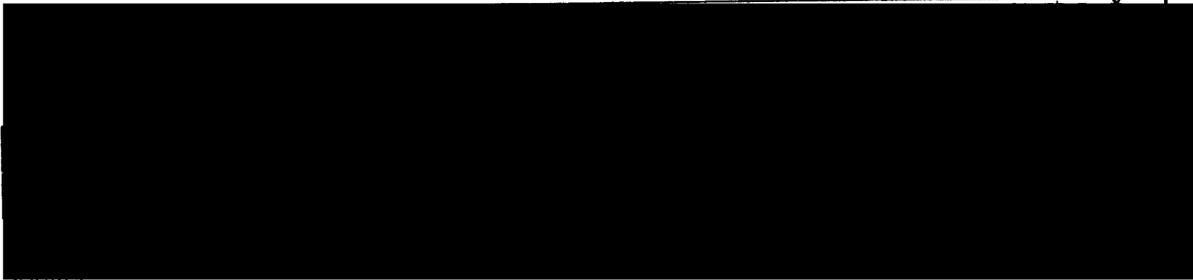
PLACE ACQUIRED [REDACTED]

NO. OF ENCLS. 1 (39 pages)
(LISTED BELOW)

DATE OF INFO ACQUIRED [REDACTED]

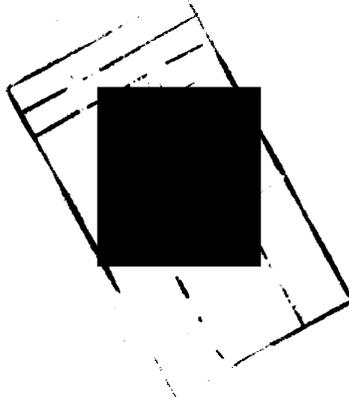
25X1C

SUPPLEMENT TO REPORT NO.



1. Attached are photostats of Rectifier Bureau technical report Hg 52 dated 24 June 1947, entitled "Fertigungsverfahren der Druckglaseinschmelzungen mit beschleunigter Innenkühlung".
2. This report is sent to you for retention in the belief that it may be of interest to you.

25X1A



JUN 15 12 12 PM '50
OSI/N

CLASSIFICATION SECRET

STATE	NAVY	NSRB		DISTRIBUTION					
ARMY	AIR	OSI	X						



Технический отчет Технический отчет	
Вып. № 12 (статья выправителя НИО КЭИ)	
Тема: Исследования метода спайки стеклянных вводов с ускоренным вакуумным охлаждением.	
Цель: Разработка методов и приемов для изготовления вводов с ускоренным вакуумным охлаждением.	
Место работы:	
Дата: 24. Juni 1947	
Число страниц: 15	
Число рисунков:	
Дата: 24. Juni 1947	
Краткое содержание:	
Zur die Anodendurchführung (GeF8 101) wird die genaue Fertigungsvorschrift gegeben. Die einzelnen für die Fertigung erforderlichen Hilfseinrichtungen und Verfahren sind beschrieben.	
В отчете даны подробные инструкции для производства анодных вводов. Упомянуто примененные вспомогательные устройства и процесс изготовления.	
НАЧАЛЬНИК НИО КЭИ В ГЕРМАНИИ	НАЧАЛЬНИК НИО КЭИ

II

Inhaltsverzeichnis.

I. Allgemeines

II. Beschreibung der Anordnungen.

A. Einschmelzunteratz.

B. Einschmelzofen.

C. Spritzvorrichtung.

D. Wasserdosiereinrichtung.

E. PreBluftversorgung.

III. Das Fertigungsverfahren.

A. Emaillierung der Eisenteile.

1.) Einfache Emaillierung.

2.) Doppelte Emaillierung.

B. Glasieren.

1.) Glasieren mit Glaspulver.

2.) Glasieren mit Glas-Saalmischung.

C. Zusammenbau auf dem Unteratz.

D. Einschmelzen.

E. Schnelkühlung.

IV. Prüfung der Einschmelzung.

1.) Thermische Prüfung.

2.) Dichtigkeitsprüfung.

3.) Elektrische Prüfung.

Zusammengefaßter Fertigungsplan.

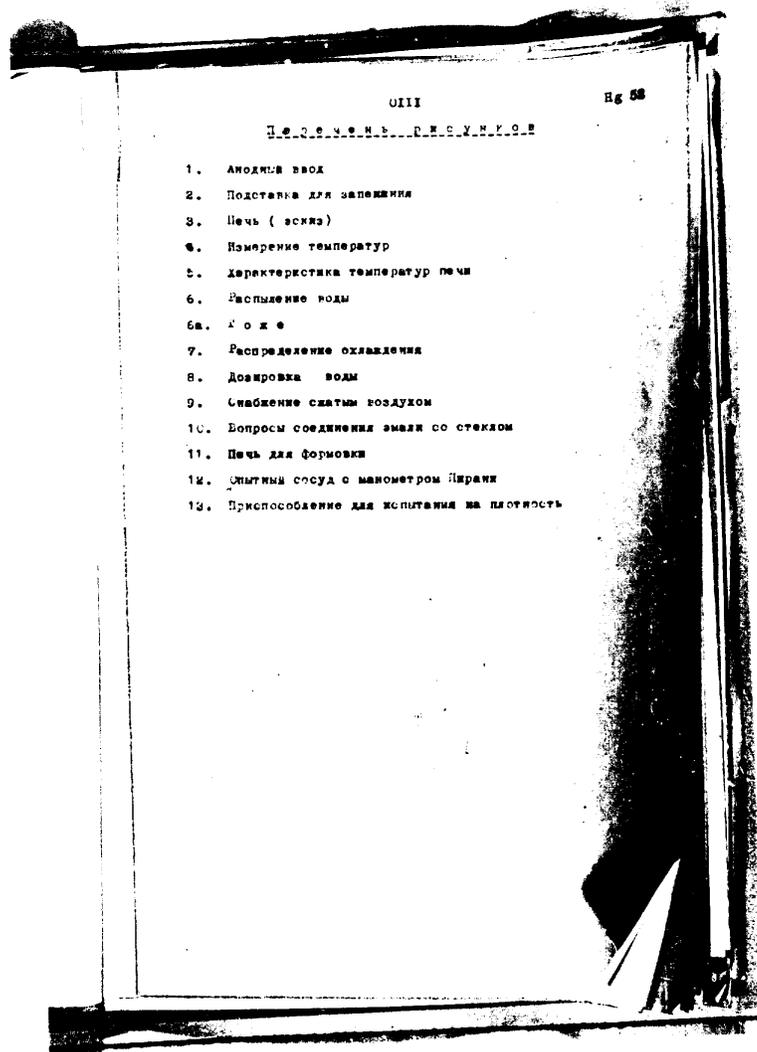
Seite

СДП		№ 52
Содержание		Страницы номер. текста
I.	Общее	1
II.	Усиление приращивания	1
	А. Подставка для спайки	1
	Б. Печь	2
	В. Приспособление для охлаждения воды	3
	Г. Приспособление для дозированной подачи	4
	Д. снабжение сжатым воздухом	4
III.	Способы изготовления	5
	А. Эмалирование железных деталей	5
	1). Первичное эмалирование	5
	2). Вторичное эмалирование	6
	Б. Покрытие глазурью	6
	1). с помощью стеклянного порошка	7
	2). с помощью смеси стеклянного порошка с эмалью	7
	В. Сборка деталей на подставке	7
	Д. спайка	8
	Е. Ускоренное охлаждение	8
IV.	Испытание образцов	9
	1) Герметическое испытание	9
	2) Испытание на плотность	10
	3) Электрическое испытание	10
	Сводка производства	11

III

Bilderverzeichnis.

Bild-Nr.	Gegenstand	Sensue. Zeichn.-Nr.
1	Anodeneinschmelzung	101 - G 4 - 45
2	Wärmeleitunterraster	510 - H 4 - 730
3	Versuchssofen (Skizze)	502 - H 1 - 560
4	Temperaturmessung Sk.	-
5	Centrifugaturen Sk.	500 - G 4 - 1
6	Wärmeleitunterraster	510 - G 4 - 1
6a	"	-
7	Wärmeleitunterraster Sk.	500 - G 4 - 1
8	Wärmeleitunterraster	-
9	Freiluftversorgung Sk.	-
10	Wärmeleitunterraster Sk.	-
11	Ausheizsofen	500 - G 4 - 1
12	Prüfgefäß mit Pirani-Manometer	500 - G 4 - 1
13	Einzelprüfvorrichtung	500 - G 4 - 1



- 1 -

I. Allgemeines.

In Ergänzung der Berichte Hg 29, Hg 48 und Hg 50, in denen die theoretischen Überlegungen und Vorversuche niedergelegt sind, soll in vorliegendem Bericht das Verfahren mit beschleunigter Innenkühlung für den konkreten Fall der Anode (Gefäß 101) - Bild 1 - angeleitet werden. Im augenblicklichen Stadium der Entwicklung ist das Verfahren durch einige Dutzend Versuchsstücke auf Reproduzierbarkeit und technische Brauchbarkeit untersucht. Es sind jedoch weitere Versuche, insbesondere Versuche in spezialisierten Richtungen, (Einzelmail-Glasverbindungen und Haftung usw.) durchzuführen.

II. Beschreibung der Anordnungen.

Zur Durchführung der Versuche sind sämtliche Anordnungen neu entwickelt worden. Deren Entstehungsgeschichte spiegelt sich zum Teil noch in der Formgebung und Material und eine konstruktive Überarbeitung soll erst erfolgen. Die wichtigsten zu dem Verfahren gehörenden Anordnungen sollen beschrieben werden.

A. Einschmelzunterrätz.

Der Einschmelzunterrätz - Bild 2 - (V 25004, Zeich. 510 - 14) - besteht aus einem Untergestell (Gußeisen) und konzentrischen Aluminiumrohren zur Halterung der Rohre der Einschmelzung, sowie einem Schutz des Grafitringes. Der für die Versuche verwendete Einschmelzunterrätz war aus Stahlrohren gefertigt. Im Verlauf der Versuche wurde der Unterätz sehr stark, so daß die Fassungen nach einigen Dutzend Versuchen nicht dem ursprünglichen Zustand entsprachen. Außerdem fielen teilweise Zunderstückchen von den Eisenrohren und gelangten auf die Glasoberfläche, wo sie, abgesehen von der Durchsichtigkeit, die Spannungsfestigkeit stark beeinträchtigten.

Für spätere Versuche sind für den Unterätz nicht zunderempfindliche Materialien vorzuziehen bzw. bei Verwendung von Eisen ist ein wirksamer Zunderschutz erforderlich. Hierzu sind Vorversuche mit Aluminiumgeleitet.

- 2 -

B. Einschmelzofen.

Zum Einschmelzen benötigt man Temperaturen von ca. 820-850°. Der gleiche Ofen wird aber auch zum Zwecke der Kanillierung verwendet, wobei Temperaturen von 950-1000° erforderlich sind. Dementsprechend ist der Versuchsofen für Temperaturen bis 1000° (vorübergehend) ausgelegt worden. Der Versuchsofen - Bild 3 - ist verhältnismäßig klein in den Abmessungen und seine Wärmeisolation nach außen ist auch nicht sehr gut. Seine Aufheiz- bzw. Abkühlzeitkonstanten sind dementsprechend nicht groß, so daß eine "Temperierung" von größeren Versuchsstücken dem Ofenraum nicht durchführbar ist. Für die hier zu behandelnde Anodeneinschmelzung dürfte die Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung im Ofen gerade noch ausreichen. Bei sämtlichen Versuchen wurde die Temperatur durch ein Thermo-Element (mit entsprechendem Meßinstrument, das wahlweise schreibend angeordnet werden konnte) gemessen. Die Messung erfolgte etwa in der Raummitte des Ofens, gleichzeitig den Mittelpunkt der Einschmelzung entsprach. Es wurde darauf geachtet, daß das Thermo-Element etwa im Schwerpunkt des einschmelzenden Glasringes sich befand. - Bild 4 -

Die Temperaturmessung mit einem Thermo-Element ist bekanntlich dann einwandfrei, wenn die gesamte Raumoberfläche auf gleich Temperatur sich befindet. Dieses ist bei dem kleinen Versuchsofen der Fall gewesen. Die Aufheizung erfolgte von den Seitenwänden. Etwas gleich große Boden- und Deckenflächen haben keine Heizflächen und waren dementsprechend auf niedrigerer Temperatur. Die Messung der Abstrahlverhältnisse des in dem Einschmelzunterteilten Thermo-Elementes ergab eine Fohlenseite von ca. 800°. Und zwar ist die Eisenwandung der Einschmelzung um diesen Betrag heißer als das Thermo-Element. Versuche mit besserer Wärmeisolation des Thermo-Elementes haben diese Abschätzungen bestätigt. Um den Ofen thermisch etwas genauer zu charakterisieren seien einige Spezialdaten angeführt. - Bild 1 -

Ladevolumen (Innenraum)	ca. 0,5 m ³
Heizleistung (regelbar)	ca. 0,5 kW
Zeitkonstante in geschlossenem Zustand (Da der Ofen teils durch Strahlenschutz, teils durch Wärmeisolation isoliert ist, ist die Zeitkonstante eine Funktion der	

- 3 -

temperatur. Für Glaseinschmelzungen interessiert in diesem Zusammenhang die Leitkonstante in der Nähe des Transformationspunktes des Glases, also zwischen $450-500^{\circ}\text{C}$. Diese Leitkonstante ist an die Erdtemperaturen des Ofens in Abhängigkeit vom Leitstrom sind in Bild 5 angegeben.

1 14 Std.

5. Spritzvorrichtung

Die Innenkühlung der Einschmelzung wurde von Anfang an entsprechend den Vorarbeiten in Bericht Nr 29 mit Luftwasserstaubgemisch bewirkt. Die Entwicklung der kugelrigen Gerätüberduse sowie der Leitflächen, die das Kühlgemisch auf die zu kühlende Oberfläche lenken sollte, hat verhältnismäßig viel Arbeit gekostet. Gerade diese Entwicklung ist jedoch nicht als abgeschlossen anzusehen. Es ist gelungen, durch eine Art kleiner Turbine das Kühlgemisch befriedigend gleichmäßig auf die zu kühlende Fläche zu lenken. Es ist jedoch keine Garantie für Symmetrie dieser Kühlung gegeben. Die Messung der Verteilung stößt quantitativ auf große Schwierigkeiten und ist nur schätzungsweise durchgeführt worden. Die Spritzvorrichtung steht zur Zeit - Bild 6 - (Zeichn. 500 - G 4 - 1657) aus einer verstellbaren Düse mit 6 Düsenöffnungen, die symmetrisch angeordnet sind, so das der Kühlmittelstrom zylindrisch-ringförmig oben gerichtet ist. Die Umlenkung von senkrechter in horizontale Richtung erfolgt durch eine Art Turbinenrädchen, das jedoch asymmetrisch vertegen ist, damit der gesamte Kühlmittelstrom in zwei Richtungen kommt und durch die Rotation des Rädchens der zu kühlenden Einschmelzung bestreicht. - Bild 7 - Es ist Gleichmäßigkeit am Umfang durch die Rotation gegeben, während die Verteilung der Kühlung durch die Formgebung des Turbinenrädchens gesteuert wird. Die axiale Verteilung müßte etwa spiegelbildlich gegenüber der Mittelebene des Glasringes sein. Das natürlich mit der vorliegenden Vorrichtung nicht erreichbar müßte aus zwei gleichstarke Kühlstrahlen von oben und unten und in der Symmetrieebene aufeinander aufprallen lassen. Die Anordnung konnte bisher wegen der verhältnismäßigen Kompliziertheit der Werkstattarbeiten nicht angefertigt werden.

- 4 -

D. Dosierungsanordnung.

Entsprechend dem Verfahren Nr. 48 und 49 wurde die Dosierung des Kühlwassers durch entsprechende Reagenzglasröhren mit verschiedenen langen Kapillaren erreicht. In Laufe der Versuche wurden jedoch weitere Überlegungen über den günstigsten Kühlverlauf angestellt. Mit dem Ergebnis, daß von dem zur Steenbeck verwendeten Innenthermometer der Innentemperatur abgesehen wurde und die Temperatur des Innenringes im Anfang schnell auf einen bestimmten Wert herabgesetzt wurde, sodann aber langsam (mit einer Zeitkonstante, die nach empirischer Ermittlung die geringsten Ungenauigkeiten in diese Richtung sollte) weiter herabgeführt wurde. Diese Verbesserung des Verfahrens brachte gleichzeitig eine wesentliche Vereinfachung der Dosierungsanordnung, die nunmehr aus nur zwei Gefäßen besteht, davon das eine für den Anfangsprüfung und das zweite für die nachfolgende Kühlung bestimmt ist. Die Dosierungsanordnung - Bild 9 - (Zentr. 500 - 34 - 1669) arbeitet folgendermaßen: Von der Wasserleitung her werden die Druckgefäße deren Inhalt vorher eingestrichelt worden ist, mit Wasser gefüllt, wobei die oben befindliche Luft entsprechend komprimiert wird. Nachdem die Gefäße das vorgeschriebene Wasservolumen erhalten haben, wird der Füllhahn umgedreht. Bei dem Versuch wird der Hahn an der Abfließleitung gleichzeitig mit dem Drucklufthahn geöffnet und die Abfließleistung gemäß der Zeitkonstante der Wassergefäße. (Genau lateinische Fertigungsverfahren III, E).

E. Preßluftversorgung.

Die ersten Versuche wurden mit einem kleinen Preßluftaggregat durchgeführt. Späterhin erfolgte der Anschluß an die Werkpreßluftleitung. Hierbei hat sich jedoch herausgestellt, daß die Druckschwankungen im Preßluftnetz die Versuche ungenau beeinflussen. Die Wassererhebung erfolgt nicht gleichmäßig, die zusätzliche Kühlung durch die Luft erfolgt plötzliche Schwankungen, die Preßluftpreßluftleitung hat einer nicht genau definierten Wassergewichtsmenge nach längeren Stößen sind größere Wasserwassermengen (geblasen worden). Eine Reihe von Versuchsaufbauten mißlang aus Gründen. Dementsprechend ist späterhin der ursprünglich verwendete Kompressorsatz wieder eingebaut worden und die Versuche mit eigener Preßluftversorgung fortgesetzt. - Bild 9 - Die Preßluftversorgung bei den so durchgeführten Versuchen zu Anfang des Versuchs.

- 5 -

Druck von 3,5 atü der nach etwa 1/2 Minute auf ca. 1,2 atü abfiel.

III. Das fertige Verfahren.

Die Fortführung der Druckglaseinschnelzungen mit beschleunigter Innenkühlung umfasst eine ganze Reihe von Vorarbeiten, die im folgenden einzeln besprochen werden können. Einzelne Verfahren, die für getemperte Druckglaseinschnelzungen bereits als bekannt vorausgesetzt werden konnten, mussten entsprechend den Sonderheiten der plötzlichen Innenkühlung abgeändert und neu entwickelt werden.

A. Emaillierung der Glasenteile.

Das innere und das äußere Glasrohr der Einschnelzung müssen an dem Glase zugewandten Seite emailliert werden. Diese Emaillierung erfolgt üblicherweise nach vorherigem Rundstrahlern mit einer Grundemail. Nach mehreren Versuchen mit verschiedenen Emailiermitteln wurde Email Nr. 54 von Firma Suppers in größeren Mengen angefordert und für den größten Teil der Versuchsstücke verwendet. Zusammenfassung dieses Emails ist ca.:

50-60 % SiO_2	5 % H_2O	0,5 % NiO
15 % B_2O_3	5-10 % CaO	0,5 % ZnO
15 % Na_2O	0-3 % Al_2O_3	geringe Mengen TiO_2 u. FeO

Möhlen-Versatz: auf 100 g Grundemail 10 g Zinn, 5 g Zinnoxid, genauere Angaben: Bericht Dr. Kunyur.

Diese Emaillierung soll in der Hauptsache die vakuumdichte Seite des Glases an dem Eisen garantieren. Das Grundemail enthält chende Silicoxyde (Silicoxyde) und löst das sich beim Erhitzen bildende Eisenoxid teilweise auf, so daß ein fast stetiger Übergang vom Eisen über Eisenoxid-Email zum Email entsteht.

1.) Einfache Emaillierung. (Bild 10 A)

Bei den ersten Versuchen wurde nur einfache Grundemail verwendet. Diese erfolgte mit oben genannten Grundemail. Die Temperatur betrug ca. 950° C. Die Emaillierungen wurden im Versuchsofen durchgeführt. Im Laufe der Versuche stellte es sich heraus, daß das an die Emailschicht angrenzende Koran-Glas

- 6 -

größere Oberflächenspannungen besitzt als die Emailschicht. Dementsprechend zog während des Einschmelzprozesses die flüssige Glasoberfläche das Email von der Metallunterlage ab. Das äußerte sich in einer ringförmigen Verdünnung der Emailschicht an der Stelle, wo die Glasoberfläche auf diese trifft. Bei etwas höheren Temperaturen kam es dem Sinteren vor, daß die Emailschicht so stark abgezogen wurde, daß das Metall frei wurde und entsprechend veränderte. Um die Emailschicht, insbesondere bei den Anodendurchführungen auch eine elektrische Festigkeit haben muß, sind solche "kälteren Stellen" im Bereich der großen elektrischen Feldstärke nicht zulässig. Es wurde versucht, eine Verbesserung durch doppelte Emaillierung zu erreichen.

2.) Doppelte Emaillierung. (Bild 10 b)

Zunächst wurden die Eisenteile zweimal nacheinander nach dem gleichen Verfahren und bei gleicher Hirbrontemperatur emailliert. Die Zweckmäßigkeit dieses Verfahrens wurde jedoch angezweifelt, da bei der zweiten Emaillierung die Grund-Emailschicht nochmals auf die gleiche Temperatur gebracht wird. Hierbei kann das für die Haftung so wichtige Sauerstoffatome in die Dicke der Emailschicht hindiffundieren und da es durch die Emaillierung bereits geschädigten Oberflächen die Oxidation des Eisens erfolgt, kann eine Verätzung an den Stellen und damit eine Verschlechterung der Haftung die Folge sein. Aus diesen Gründen wurden Versuchsemaillierungen mit gestaffelter Hirbrontemperatur gemacht. Die erste Emaillierung wurde bei 950°C durchgeführt, die zweite bei ca. 850-900°C vorgenommen.

Die doppelte Emaillierung brachte jedoch hinsichtlich der Gefüge durch Oberflächenspannungen des Glases nicht die erwünschte Festigkeit. Auch die dicke Emailschicht wurde von Oberflächenspannungen des Glases weggezogen und es entstanden mitunter freie Metallstellen. Um einen gleichmäßigeren Übergang zum Glas geschaffen werden, ist ein Schmelzwerk wurden u. Zt. die emaillierten Teile zur Erhöhung der elektrischen Festigkeit mit Ceram-Glas-Überzug versehen. Dieses sollte nach Möglichkeit wieder verwendet werden.

3.) Sandstrahlen.

Das von Siemens ausgearbeitete Verfahren bediente sich dünnwandiger Glasrohre, die über die zu glasierenden Zylinder gehangen und bei der Schmelztemperatur des Glases (ca. 820°C) über dem

- 7 -

enden flach einfeldig und sich gleichmäßig ausdehnenden. - Bild 10
 zeigt, dass die erforderlichen dünnwandigen Glasrohre nicht greifbar.
 Versuche mit dickeren Glasrohren führten zu Misserfolgen, da der dick
 Glasüberzug bei der intensiven Innenhärtung teilweise abblätterte.

1.) Glasieren mit Glaspulver.

Es wurde Curax-Glas in der Fugenhöhle einverleiben und dieses
 Glaspulver nach der üblichen Schmelztechnik auf Gas zu Glasierende
 Oberflächen aufgebracht. Hierbei stellte es sich heraus, daß Zerstöße von
 unter 1000 g/cm² genügen, um dem Glaschlichter die zur Verarbeitung not-
 wendige Zähigkeit zu geben. Dieser Kompatibilität ist aber gleichzeitig
 ausreichend, um den Härtenprozess zu stören. Die Kontraktion schrump-
 fen bei den Härtenstemperaturen so stark, daß der gesamte Glasüber-
 zug, (vor allen Dingen bei Innenhärtungen), von der Unterlage
 abreißt und als ein dünner Film sich abhebt.

2.) Glasieren mit Glas-Emailmischung.

Der Versuch, Glaspulver mit Email zu mischen, brachte sofort eine
 wesentliche Besserung. Mischungen Glas-Email in Verhältnis 1:1 und
 2:1 haften gut auf der Emailunterlage und lösen sich beim Härten
 nicht ab; andererseits werden die Oberflächenspannungen einer solchen
 Glasur weitgehend den Oberflächenspannungen des reinen Curax-Glases
 angepaßt, so daß die oben erwähnten Defekte in der Emailschicht nicht
 mehr auftreten, sondern der Meniskus des Glasringes ganz allmählich
 in die Emailschicht übergeht, ohne daß an irgendeiner Stelle eine
 Schichtung der Emaildicke zu beobachten ist. - Bild 10 C -

Dementsprechend soll das vorläufige Fertigungsverfahren eine Grund-
 emailierung und eine oder mehrfache Glasierungen mit Email-Glasmis-
 chung enthalten. Das Härten des Grundemail erfolgt nach wie
 vor bei ca. 250° C, die Glasierung erfolgt bei ca. 900° C.

C. Zusammenbau auf dem Unteratz.

Der Unteratz nach Bild 2 (Vorrichtungs-Nr. V 25004) besteht aus
 2 konzentrischen Metallringen, die im wesentlichen als Auflagefläche
 für den inneren und äußeren Eisenring der Einschalung dienen.

An der Stelle, wo später der Glasring sitzen soll, muß für Einschalzwecke ein dünner Grafitring (Zoe.4) eingebaut werden, der
 nach der Beendigung des Einschalprozesses herausgebrochen wird.

SECRET

- 8 -

Liejenigen Stellen, an denen der Glasring an emaillierten Eisen aufliegen soll, sind bei dem Zusammenbau vorichtig zu behandeln und vor jeder Verschmutzung zu schützen. Öl, Grafit, Ingerabdrucke und dergleichen beeinflussen die Güte und die Vakuumdichtigkeit der Glasmetallverbindung wesentlich.

In Laufe der Versuche hat es sich herausgestellt, daß die wassergekühlte Fläche des inneren Eisenringes einen besonderen Zunderschutz benötigt. Diesen Zunderschutz bietet in ausreichendem Maße ein gasdichter Überzug (mit einem Email dünn aufgetragen) mit einem Lochkittler, der kurz vor der Einschmelzung aufgebracht wird. Dieser Zunderschutz hat wesentlichen Einfluß auf die Gleichmäßigkeit der intensiven Wasserabkühlung. Bildet sich nämlich an der zu kühlenden Oberfläche eine dickere Zunderschicht, so kann sie stellenweise abplatzen oder in Form von hohlen Blasen sich abheben. In beiden Fällen wird der Wärmeübergang stark verhindert, und zwar beim Abplatzen wird der Wärmeübergang besser. Lücken bilden von Luftblasen wird der Wärmeübergang wesentlich schlechter. Da von der Gleichmäßigkeit der Kühlung der gesamte Prozeß entscheidend beeinflußt wird, muß diese Verzunderung durch schwache Emaillierung verhindert werden.

Nachdem die aktiven Teile der Glaseinschmelzung auf den Untersatz zusammengebaut sind, werden die Schutzschirme angebracht. Diese Schutzschirme haben die Aufgabe, beim Aufheizen der Einschmelzung den Temperaturanstieg zu vermindern. Nach der Herausnahme des heißen Stückes aus dem Ofen haben sie die Aufgabe, die Abkühlung (Abstrahlung) nach außen möglichst zu vermindern, damit die Temperaturverteilung in radialer Richtung möglichst durch die gesteuerte Innenkühlung allein gegeben ist.

Bei den ersten Versuchen wurde nur ein Schirm verwendet bzw. wurde die Einschmelzung manchmal auch ganz ohne Schutzschirm fertiggestellt. Späterhin hat es sich herausgestellt, daß zwei Schutzschirme benötigt werden, um die gewünschte Temperaturverteilung zu erzielen.

1. Einschmelzen.

Der Einschmelzvorgang im Versuchsofen wurde nach einer Reihe von Versuchseinschmelzungen wie folgt festgelegt:

SECRET

- 9 -

- a) Schnelle Aufheizung bis etwa 750°C , (fenetron ca. 300 A.
Die Temperatur wird bei allen in folgenden angegebenen Temperatursensoren im Schwerpunkt der Linsenschmelzung (Mitte des Glasringes) durch ein Thermo-Element gemessen. Da das Thermo-Element nicht die Manteltemperatur, sondern den mittleren Einstrahlungswert anzeigt, ist die Temperatur der Linsenschmelzung etwas höher als der angezeigte Wert. Durch Rechnungen und Versuche ist nachgewiesen worden, daß bei den verwendeten Strahlungsschirmen und oberer Abdeckung die wirkliche Temperatur des Glases beim Aufheizen nur etwa 20°C höher als die Anzeige des Thermo-Elementes liegt.
- b) Langsame Erwärmung bis zur Einschmelztemperatur erfolgt durch (fenetron von ca. 260 A, wobei die maximal erforderliche Temperatur von ca. $600-810^{\circ}\text{C}$ in etwa 20 min erreicht wird; (von Augenblick der Umschaltung bei 750°C).
- c) Langsame Abkühlung im (fen. Das Versuchsstück wird, nachdem die Temperatur von 800°C erreicht ist, im Ofen gelassen und 20-25 min bei abgeschaltetem Fenetron bis $650-670^{\circ}\text{C}$ abgekühlt. Im Laufe der Versuche wurde ermittelt, daß bei dicken Innen-Linsenrohr (5-7 mm) die Temperatur 650°C günstig ist, während bei dünnen inneren Linsenrohr ca. 1,5 - 2 mm infolge der kleineren Wärmekapazität die etwas höhere Temperatur $660-670^{\circ}\text{C}$ vorteilhafter ist.

5. Schnellabkühlung.

Die intensive Innenkühlung bildet den eigentlichen Kernpunkt des hier beschriebenen Linsenschmelzverfahrens. Die Abkühlung wird durch Luft mit Beimischung von Wasserstaub durchgeführt. Wie in Bild 6 und 6a (510 - H 4 - 706 und 500 - G 4 - 1657) dargestellt, erfolgt die Wasserzerstäubung möglichst unmittelbar vor dem Auftreffen des Lichtstrahles auf die zu kühlende Oberfläche.

Im Verlaufe der Versuche hat die Zerstäubungsdüse und die Verteilungseinrichtung des Wassers die meisten Schwierigkeiten gemacht. Eine brauchbare Anordnung ist für die Anode 101 mit provisorischen Mitteln zwar erreicht worden, jedoch muß betont werden, daß eine wirklich einwandfreie und gleichmäßige Kühlung nur erreicht werden kann, wenn man sowie Luft als Wasser von beiden Seiten (oben und unten) zuführt und dadurch in der Mitte der zu kühlenden Oberfläche eine Symmetrie-Ebene schafft.

- 10 -

Weitere Schwierigkeit besteht darin, daß die Menge des zu zerstückelten Wassers während der Zerstückelungszeit sich stark verändert (10% und mehr). Es gibt entsprechende Schwierigkeiten bei der Konstruktion der Zerstückelungseinrichtung.

Die Schnellkühlung kann in zwei voneinander unterschiedliche Zeitabschnitte aufgeteilt werden.

1.) V_0 -Kühlung. Das schnelle Herabsetzen der Temperatur des inneren Glasringes von etwa 650°C (mit dieser Temperatur kommt das Versuchsstück aus dem Ofen) auf etwa $400-420^\circ\text{C}$ (diese Temperatur entspricht einer Anspannung an das Glas bei der Betriebstemperatur von ca. 100°C). Diese Kühlung wird durch schnelles Zerstückeln einer bestimmten Wassermenge, die von dem Vorratgefäß V_0 geliefert wird, bewirkt. Die Zeitdauer wird durch eine kurze Kapillare (ca. 30 mm) auf etwa $10-15\text{ sec}$ eingestellt.

Durch eine Reihe von Versuchen wurde ermittelt, daß bei dem für die Anode 101 verwendeten Innensisen von ca. 6 mm Dicke die Kühlwassermenge zur Abkühlung von 600°C auf 400°C etwa 45 cm^3 beträgt. Die hierbei intensiv gekühlte Oberfläche ist ca. 94 cm^2 , so daß eine spezifische Kühlwassermenge von $V_0 = 0,45\text{ (cm}^3\text{ Wasser/cm}^2\text{ Oberfläche)}$ entfällt. Bei Verwendung von entsprechend dickeren oder dünneren Innenrohr muß die V_0 -Wassermenge proportional umgerechnet werden.

Die Ausgangstemperatur, von der aus die Stielkühlung beginnt, muß theoretisch gesehen etwas oberhalb der Erweichungstemperatur des Glases liegen. Bei dem hier verwendeten Osmar-III-Glas liegt die 15 min Entspannungstemperatur bei ca. 500°C . Um in Bruchteilen einer Sekunde eine Verformung im Glase zu erzielen, ohne daß das Glas dabei reißt, dürfte eine Temperatur von $550-600^\circ\text{C}$ ausreichend sein. Berücksichtigt man jedoch die Tatsache, daß bei der vorherigen langsamen Abkühlung im Ofen ein gewisses Temperaturgefälle von innen nach außen sich ausbildet, so muß die Forderung gestellt werden, daß diese Erweichungstemperatur von $550-600^\circ\text{C}$ an der kältesten Stelle des Glasringes vorhanden sein muß. Bei dem verwendeten kleinen Versuchsofen mit einer Abkühlzeitkonstante von etwa 1 Std. sind bei der Abkühlung im Ofen Temperaturunterschiede von mindestens 50°C zwischen Innen- und Außenteile der Einscheidung vorhanden. Dementsprechend ist für den Beginn der Innenkühlung die Temperatur von $650-630^\circ\text{C}$ (innen) gewählt worden. Da von dem Augen-

- 31 -

Hoch der Wärmeströme aus dem Ofen bis zu dem Augenblick des Beginns der Schnellkühlung, etwa 1/2 min vorjagt, muß auch die Abkühlung während dieser Zeit berücksichtigt werden.

Dieser erste Abschnitt der Schnellkühlung erzeugt einen Temperaturunterschied zwischen dem inneren Eisenring und der Masse des Glasringes (sowie dem äußeren Eisenring). Dieser Temperaturprung muß im Verlauf der weiteren Kühlung gehalten werden bzw. die Kühlung muß langsam weitergehen.

2.) V_1 -Kühlung. Um den durch den ersten Kühlstoß erzielten Temperaturunterschied zu halten, würde man, wie dies in den Berichten Nr. 48 und Nr. 50 berechnet ist, eine Reihe von Gefäßen mit gestaffelten Volumen und Leitkonstanten benötigen. Im Verlauf der Versuche hat es sich jedoch herausgestellt, daß ein Konstanthalten der Innentemperatur zu verhältnismäßig hohen Spannungen im Innern des Glasringes führt. Es sind mehrere Versuchsstücke mit Radialsprüngen in der Mitte des Glasringes hergestellt worden. Diese Sprünge erklären sich wie folgt: Wird die Temperatur des inneren Eisenringes etwa konstant gehalten, so wird auch sein Durchmesser konstant gehalten. Erstarrt er diesen festen Innenkern der Glasring (in der Entfernung von mehreren mm bis cm von der inneren Eisenwand) bei etwa 500°C und kühlt er sich dann von dieser Temperatur weiter tiefer ab, so schrumpft sich der Glasring gewissermaßen auf den festen Innenkern auf. Erfolgt dieses Aufschrumpfen, noch bevor der äußere Eisenring sich merklich abkühlt und seinen Schrumpfdruck hergibt, so kann das Glas ohne weiteres springen. Solche Sprünge, die einige Minuten nach Beginn der Innenkühlung, etwa in der Mitte des Glases zwischen dem inneren und äußeren Eisenring begannen, wurden bei den oben genannten Versuchen beobachtet.

Eine Abhilfe wurde geschaffen durch eine gewisse Beschleunigung der V_1 -Kühlung. Da hierbei die Aufgabe der Konstanthaltung der Temperatur nicht mehr besteht, sondern, im Gegenteil, ein langsames weiteres Herabsetzen der Temperatur des inneren Eisenringes angetrieben wird, kann die Bowierungsapparatur wesentlich vereinfacht werden, indem nur ein größeres Vorratsgefäß V_1 mit einer entsprechenden Entleerungszeitkonstante verwendet wird. Für die Anode 101 beträgt die Wassermenge im V_1 -Gefäß ca. 200 cm^3 , die Zeitkonstante ca. 10 min. Diese Zeitkonstante wurde bei einem Überdruck von 1 atü im V_1 -Gefäß durch eine Kapillare von etwa $0,5\text{ mm } \phi$ und etwa 800 mm

- 12 -

Länge erzielt.

Bei der V_1 -Kühlung darf man die Kühlwirkung der Luft nicht vernachlässigen. Die zerstäubte Wassermenge sinkt im Laufe der Zeit von etwa $0,3 \text{ cm}^3/\text{sec}$ bis auf einige Hundertstel cm^3/sec herab, während die Luftmenge keine so starke Veränderung erfährt. Bei den hier durchgeführten Versuchen betrug der Luftdruck bei Beginn der Kühlung ca. $3,5 \text{ atm}$ und sank in etwa 20 sec auf etwa $1-1,5 \text{ atm}$. Die ausströmende Luftmenge war im ersten Augenblick etwa 15 l/sec , im weiteren Verlauf entsprechend $7,5 \text{ l/sec}$.

Nach ca. 30 min. Kühldauer konnte das Versuchsstück von der Kühlrichtung abgenommen werden, ohne daß eine Gefährdung des Glases durch die weitere Abkühlung, an der Luft zu befürchten war. Beendet man die Bohnekkühlung bereits früher, z. B. nach 5 min, so tritt mitunter durch eine starke Wiedererwärmung des inneren Eisenringes aus dem Sauerstoff des Glasringes ein Springen des Glasringes auf.

IV. Prüfung der Einschmelzung.

Da die Anodeneinschmelzung im Gleichrichter verschiedenartigen Belastungen ausgesetzt ist, müssen entsprechende Prüfverfahren, und zwar schärfere Verfahren für die Serienprüfung und entsprechend mildere Verfahren für die Stückprüfung, ausgearbeitet werden.

1.) Thermische Prüfung.

Die Anodeneinschmelzung soll im Betrieb etwa 200°C warm werden. Beim Ausheizen des Gleichrichters wird jedoch eine Temperaturfestigkeit von mindestens 300°C verlangt. Dementsprechend muß die Glaseinschmelzung mit mindestens 350°C geprüft werden.

Eine Reihe von Versuchsstücken wurden in den Versuchsofen auf diese Temperatur gebracht, ohne daß Schädigungen aufgetreten sind. Hierbei wurde gleichzeitig die Prüfung auf ein Temperaturgefälle zwischen innen und außen vorgenommen. Allerdings war die Richtung des Temperaturgefälles bei der Erwärmung im Versuchsofen, nämlich außen wärmer als innen, gerade umgekehrt, wie dies in der Praxis zu erwarten ist. Dementsprechend muß noch eine Temperaturprüfung mit einer Erwärmung von innen nachgeholt werden. Zur Temperaturprüfung und zum Ausheizen des ersten Versuchgefäßes wurde der Ofen - Bild 11 - n. Zeichng.

- 13 -

1667 gebaut.

1.) Leichtigkeitprüfung:

Mehrere Versuchsstücke wurden mit Freiluft abgedrückt, wobei die Undichtigkeiten durch Benetzen mit Seifenwasser gesucht wurden. In keinem Falle konnte eine Undichtigkeit auf diese Weise nachgewiesen werden. Selbst Zinschmelzungen, die sehr viele Blasen an der Emailschicht oder im Innern des Glases zeigten und teilweise sogar Sprünge in Glasschichten, waren bei dieser Prüfmethode dicht.

Aus diesen Grunde wurde ein kleines Vakuumgefäß mit 2 Zinschmelzungen (Zeichn. 500 - G 4 - 1664 - Bild 12 -) angefertigt, das ordnungsgemäß abgepumpt, ausgeheizt (bis 350° C) und abgeschmolzen wurde. Dieses Gefäß enthielt ein eingebautes Pirani-Manometer und wurde während 8 Wochen auf den Druck kontrolliert. Im Verlauf dieser Zeit vergrößerte sich der Innendruck um etwa 20 mTorr. Es kann jedoch angenommen werden, daß die Undichtigkeit nicht im Innern des Glases, sondern in der Glasmetallverbindung lag. Diesbezügliche Nachprüfung ist in Gange.

Eine weitere Prüfmethode, nämlich das Abdrücken mit Ammoniak und Indikation mit Nerkaronitrat, wurde auch versucht. Auch diese Prüfung, die über ca. 24 Stunden bei 1 atü Überdruck vorgenommen wurde, zeigte keine Undichtigkeit in den zwei geprüften Glaseinschmelzungen. Als Stückprüfung, der jede Anodeneinschmelzung unterworfen werden soll, ist die Prüfung am Iumpstand vorgesehen, (Zeichn. 500-G 4-167e) - Bild 15 - wobei auf der atmosphärischen Seite der Glaseinschmelzung wechselweise atmosphärischer Druck und Vorvakuum gegeben wird. Der Knick in der Kurve der Vakuumänderung, der im Falle der Undichtigkeit bei jeder Änderung des Außendruckes auftritt, soll den Nachweis der Undichtigkeit führen.

2.) Elektrische Prüfung:

Da die Anodendurchführung gleichzeitig eine höhere elektrische Prüfspannung aushalten soll, wird jedes Stück elektrisch mit 12 kV geprüft. Im Verlauf der Versuche wurde festgestellt, daß ein Durchschlag durch das Glas erklärlicherweise niemals stattfindet. Bei der Spannungsprüfung entsteht meistens ein Gleitfunke an der Glasoberfläche. Hierbei setzt die Entladung meist an der Stelle an, wo die Emaillierung Poren oder sonstige Defekte hat. Die Glasierung mit Glasemalpulver hat in dieser Hinsicht einige Besserung ge-

bruch, erreicht jedoch nicht die Durchschlagswerte eines Übergangsglasrohrs. Für Prüfspannungen bis etwa 15 kV off dürfte eine Glasierung vollkommen genügen.

Die Isolationsprüfungen einiger Versuchsbeispielen hatten folgende Ergebnisse:

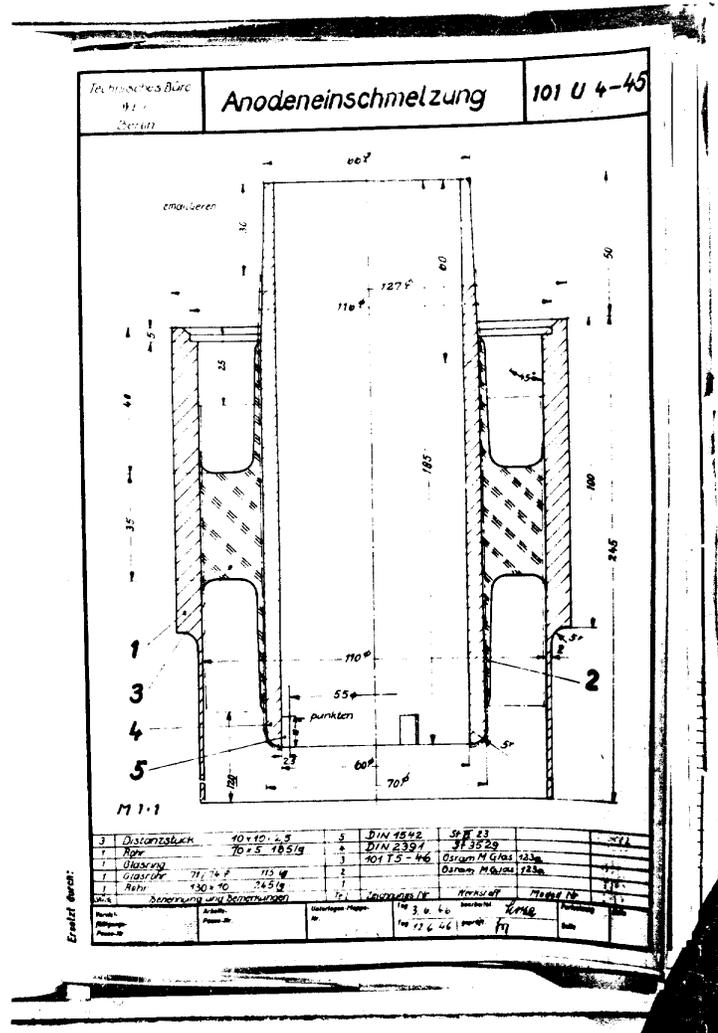
Durchführung	Prüfspannung Ein V	Bezeichnung	Durchschlagswert	
			bei K _{off}	bei Überschlag K _{off}
Anode 101	4900 V	einf. email. (s. 54)	11	13
f. 800 V		dopp. email. (- + s)	14	18
Bestmög.		E (s + M) (email + Glas.)	14,5	19,5

SECRET

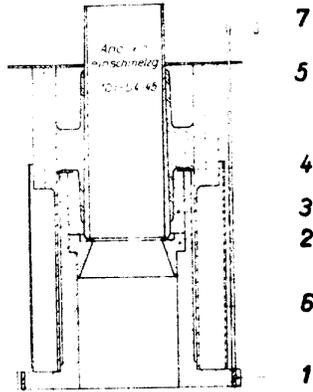
- 15 -

Fertigungsplan einer Außeneinschmelzung
 bei den augenblicklichen Standorten der Fertigung
 (Versuchsfertigungen mit Vorrichtungen, die ebenfalls eine kleine
 Serie).

Auszuführende Arbeiten	Eihäre Angaben	
	Innenrohr	Außenrohr
1) Verarbeiten		
Sandstrahlen	7-8 min	1-5 min
Reinigen	?	?
Taucher in Zinnlötlack	1-5	1-5
Trocknen	ca. 15	ca. 15
Nachputzen	?	?
2) Emaillieren		
Ofentemperatur	950° C	950° C
Dauer der Erwärmung	3-5 min	8-12 min
Abkühlung an Luft	15	30
3) Glasieren		
Bedecken mit Glasur	2-3 min	2-3 min
Trocknen	15	15
Einbrennen bei	300° C	300° C
Dauer der Erwärmung	3-5 min	8-12 min
Abkühlung an Luft	15	30
4) Zusammenbau auf Einschmelz- Unterlage		
Reinigen des Glasringes u.dgl.		10 min
5) Einschmelzen		
a) Schnellaufheizung bis:	750° C	
Dauer etwa	20-40 min	
Ofenstrom	300 A	
b) Langsame Nachheizung bis:	800-810° C	
Dauer	20-30 min	
Ofenstrom	260 A	
6) Abkühlung im Ofen		
Dauer	von 800 - 650-670° C 20-30 min	
7) Schnelle Langzeitkühlung		
Dauer	von 650° C - Raumtemperatur 20-30 min	
8) Entfernng des Glasringes		
Nachputzen u.dgl.		5-10 min

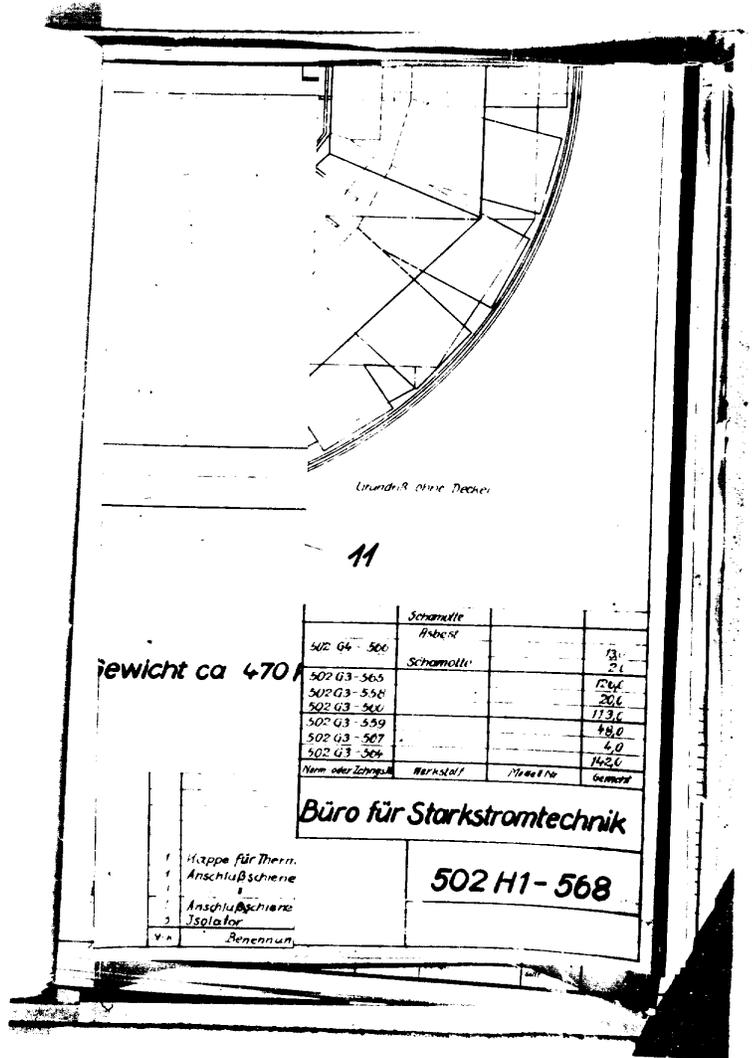


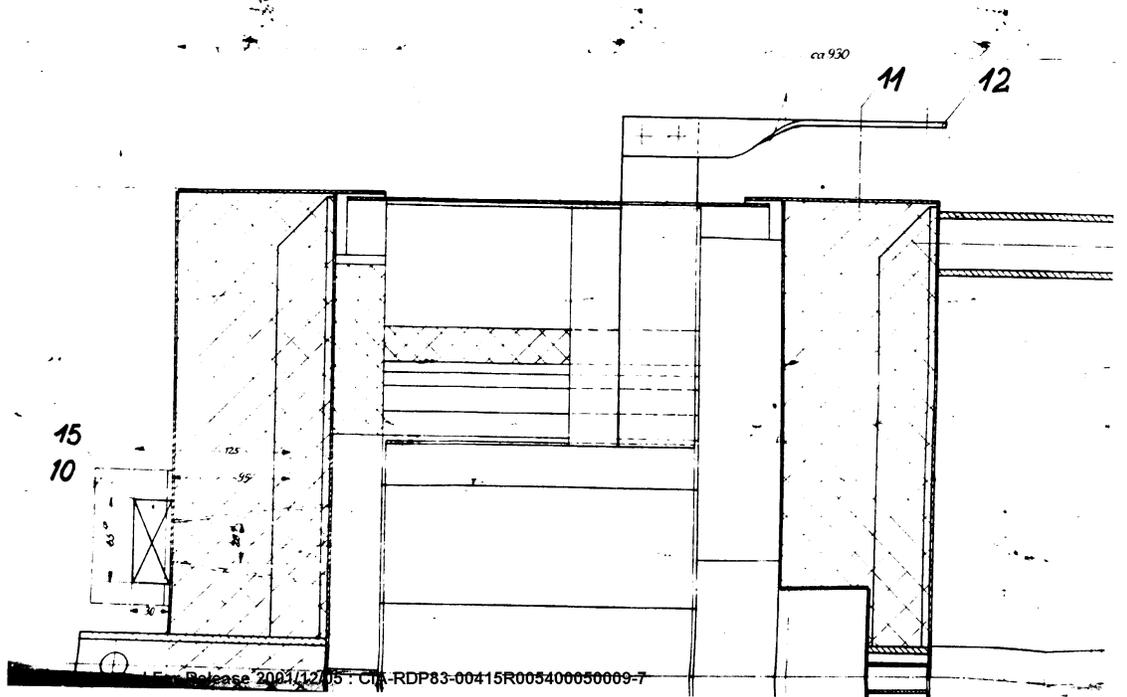
Vorrichtung-Nr. V 25 004

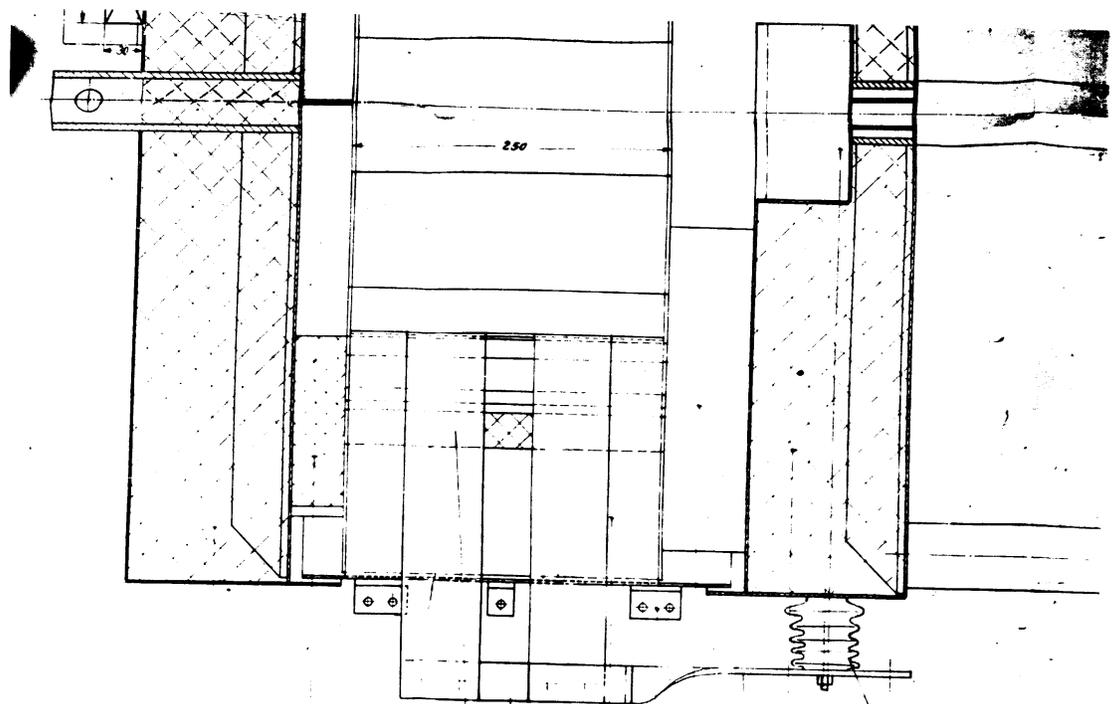


Aufhängelitzen	7	510-75-721
Schutzmantel	6	510-65-719
Schmelzform	3	510-75-720
Schmelzscheibe	4	510-75-708
Schmelzform	3	510-75-704
Ersatz zum Schmelzuntersatz	5	510-75-715
Schmelzuntersatz	7	510-74-713
Ersatz-Nr.		

Werkstoff	Anspr. Betrieb		Änderung	
	Typ	Name	Typ	Name
Maßstab 1:2,5	28 Max. Kauger	Zeichnung-Nr. 510-H4-710		
Ersatz für				
WaA	Werkstoff A	Werkstoff B	Einschmelzvorrichtung	



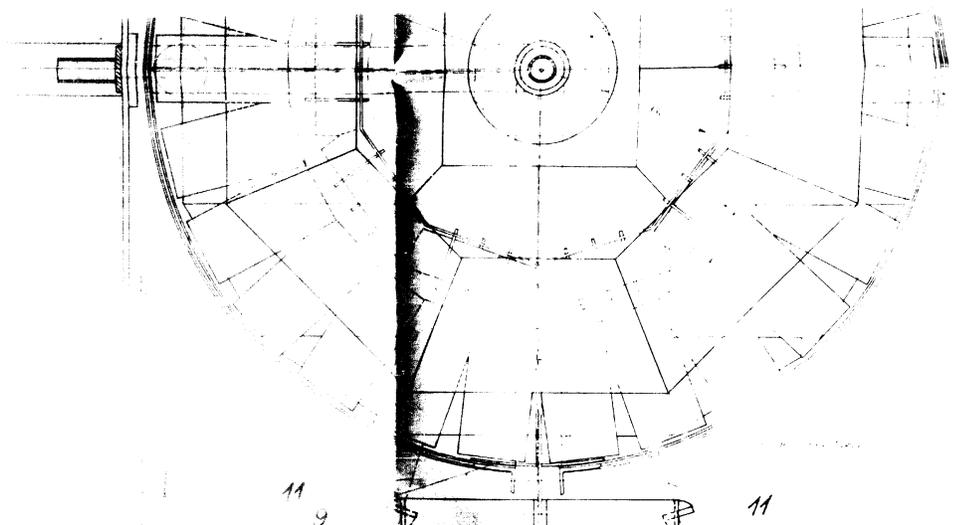




Gewicht

6 5 9 4 14 2 8 3 13 1 7 11

EH

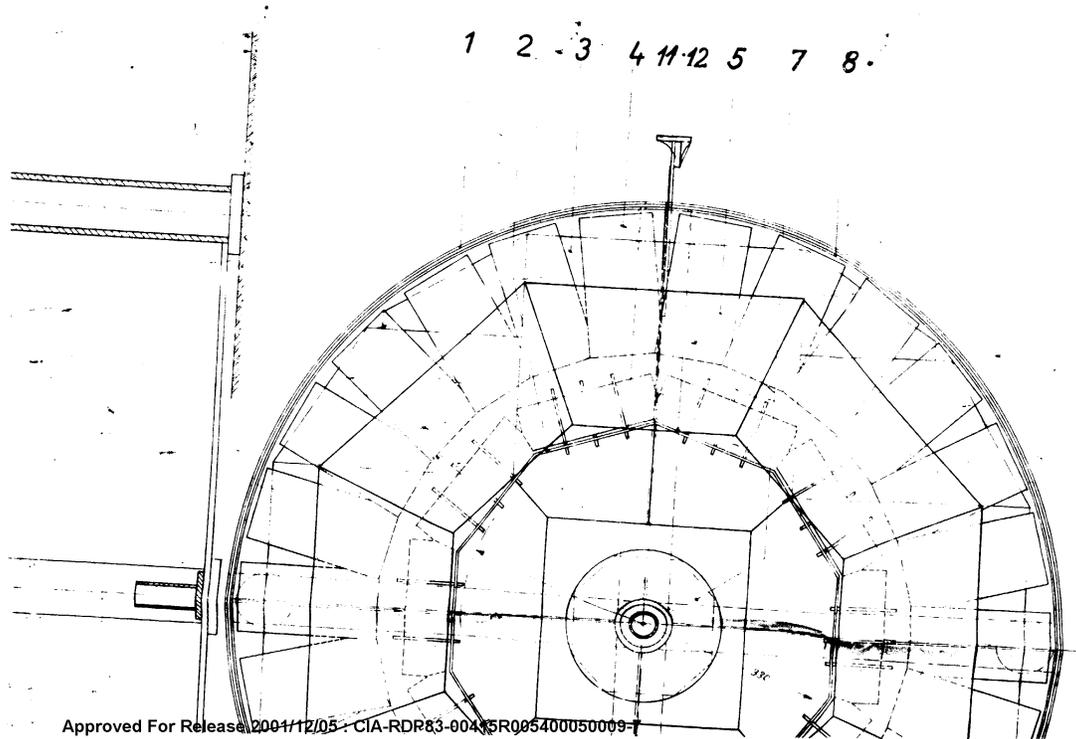


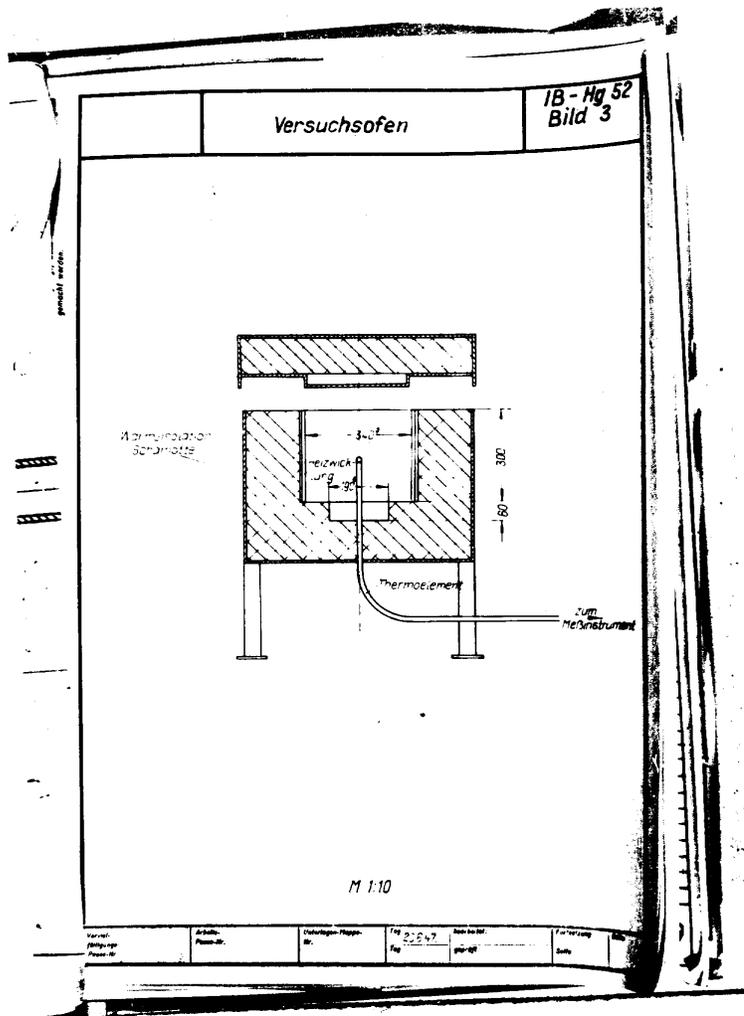
10	Isolierung	125 x 125 x 65	10		
9	Dichtung	200 x 100 x 2	9		
8	Handel		8		
7	Isolierstein	125 x 125 x 65	7		
6	Deckel		6		
5	Steinplan II		5		
4	Steinplan I		4		
3	Steinplan		3		
2	Werkzeug		2		
1	Bohrloch		1		
	Bezeichnung und Bemerkungen				

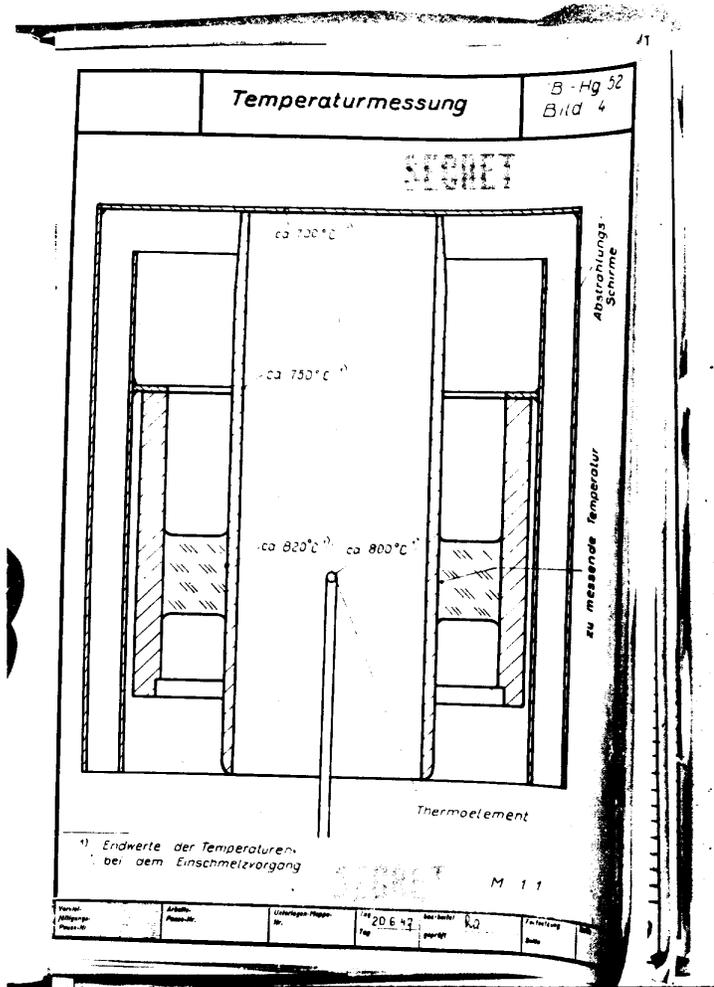
Büro für Starkstromtechnik

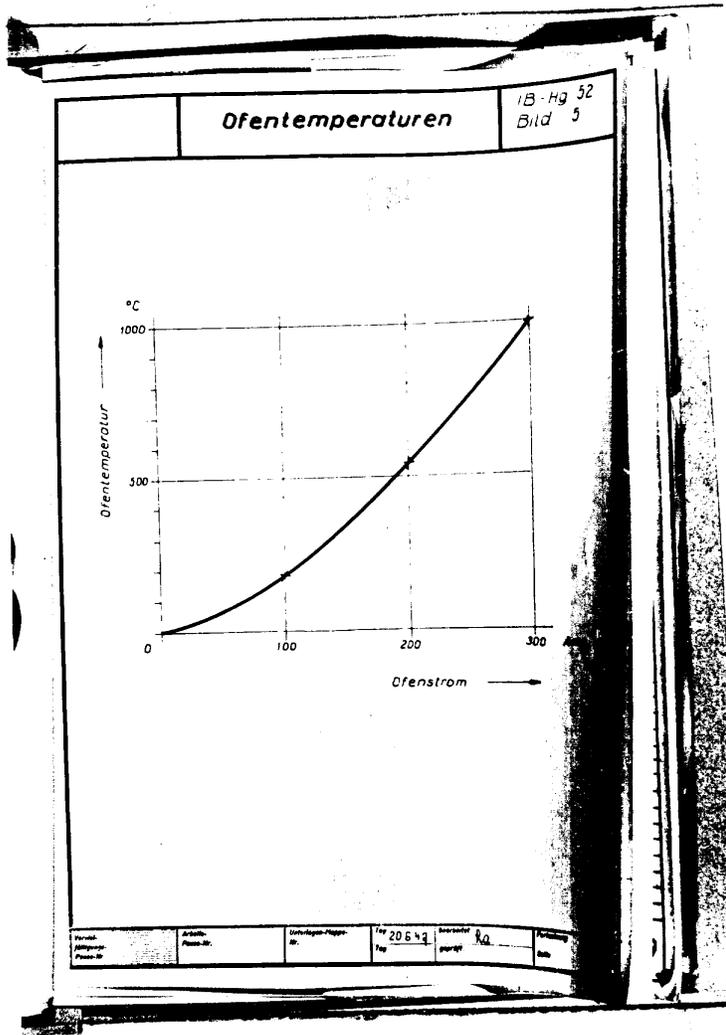
Zusammenstellung
Schmelzofen 33

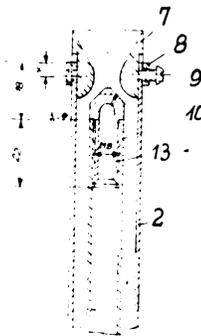
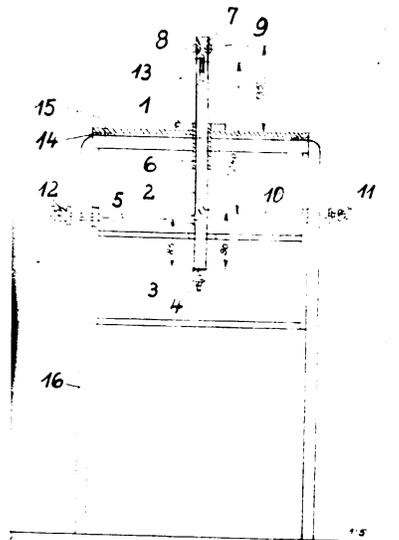
502 H1- 568





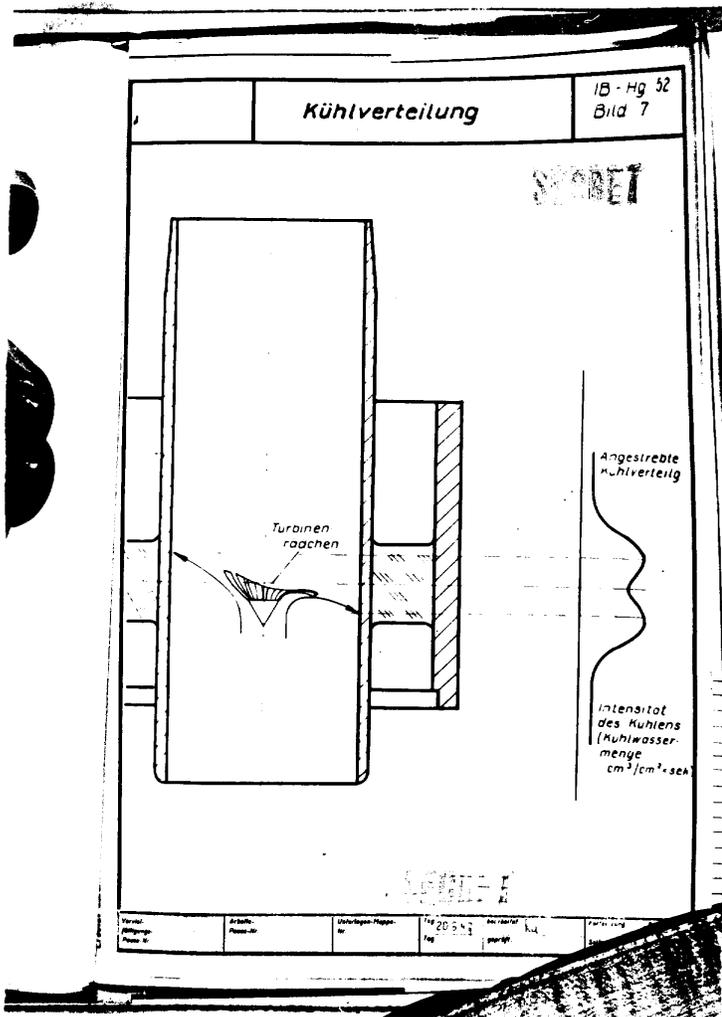


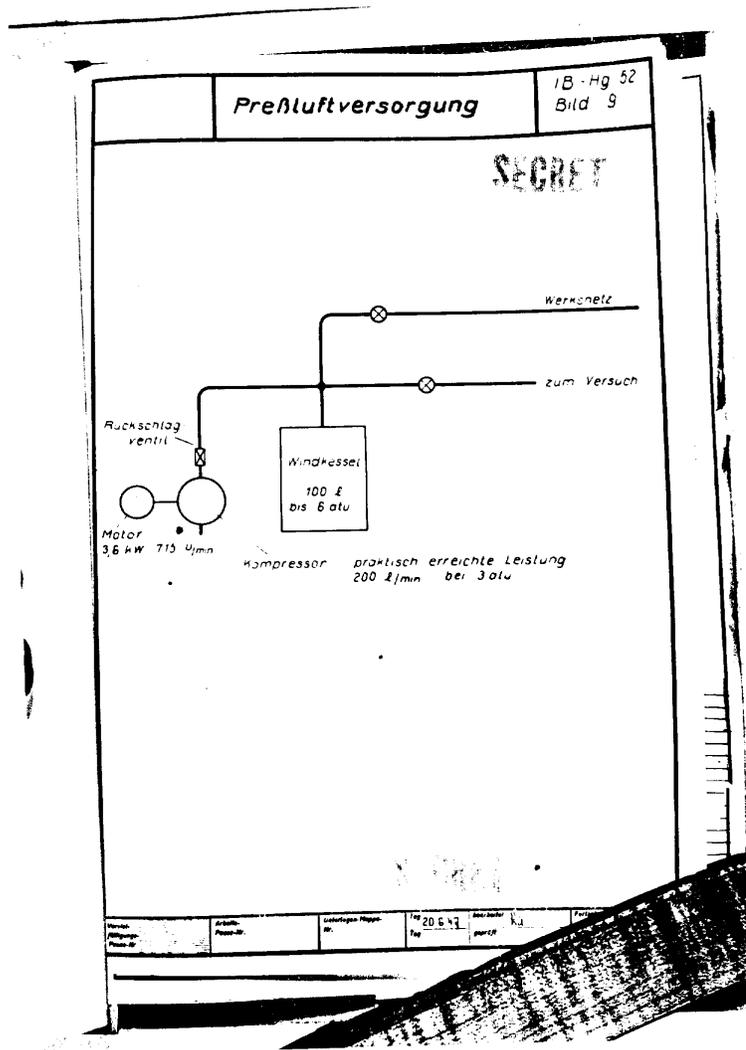


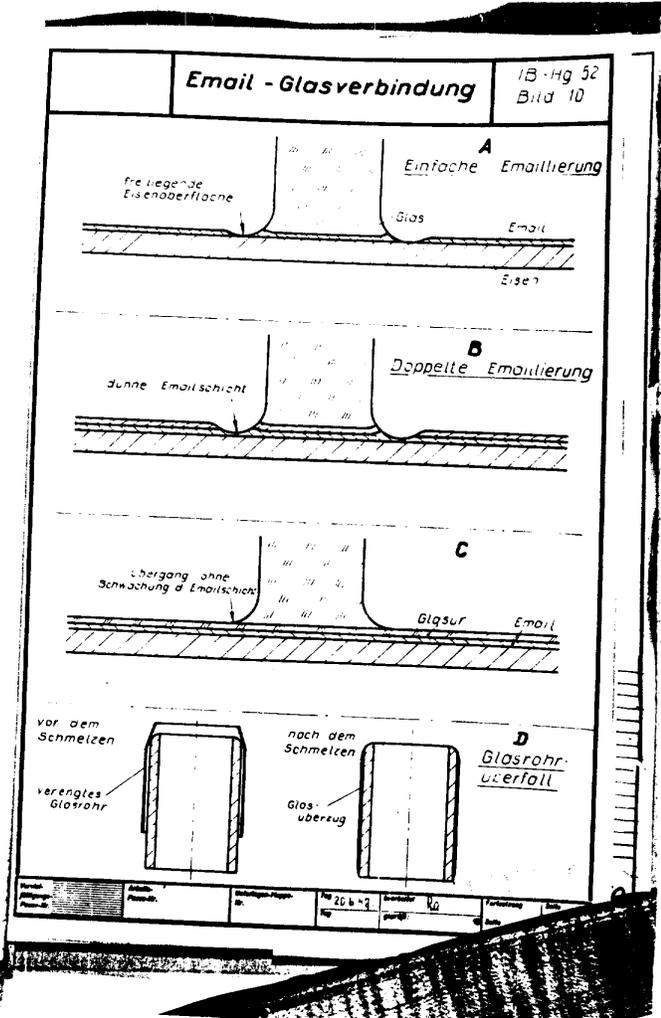


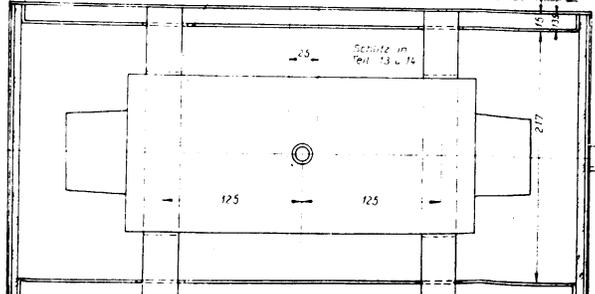
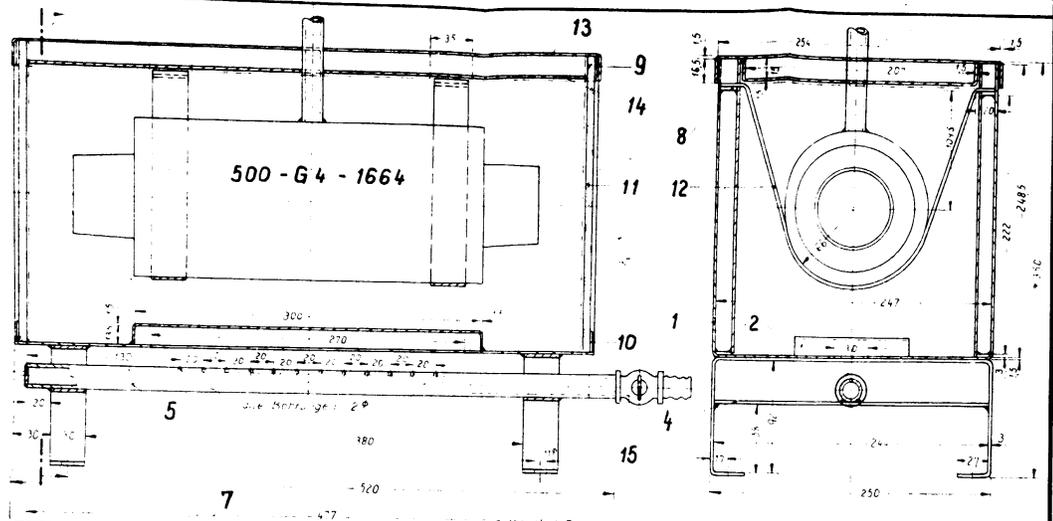
1	Teign	370 x 370	450mm	10	
1	Zwischenlage	6 x 20		15	17.11
1	Zwischenlage	40 x 40		16	Arbeit
1	Düse	51075-578		13	
1	Kamm f. Preßluft			12	
1	Wasser f. Wasser			11	
1	Rohr f. Wasser	11 x 2		10	11.11
2	Halb-Scheibe	M3 x 6		9	Messg.
1	Ring	51075-576		8	
1	Düsenring	51075-577		7	
1	Stellschraube	M5 x 15		6	11.11
1	Rohr f. Preßluft	12 x 2, 220lg.		5	17.11
1	Abziehring			4	
1	Bolzen	23p 15dick		3	Messg.
1	Rohr f. Preßluft	23 x 12, 350lg		2	Messg.
1	Platte m. Führung	51075-778		1	

Arbeitsplan Nr.		Tag		Name		Zeichnung Nr.	
510H3-706		17.11		17.11		510H3-706	
Merkblatt		Zustimm.		Gepr.		Erstellt Nr.	
1:1, 1:5		17.11		17.11		17.11	
Zustimm.		Gepr.		Erstellt Nr.		Schnellkühlvorrichtung für Anodeneinschmelzung	









Stück	Bezeichnung u. Bemerkung	Teil	Verkauf	Norm
1	Wohn			
1	U-Blech 1,5 x 480 gestrig x 2 x 2	15	St. B. 23	1541
1	Zw. gestrig 1,5 x 480 gestrig x 240 x 1,5	13	St. B. 23	1541
2	Flachisen 1,5 x 102 gestrig x 40	12	St. B. 12	1016
1	Glascheibe 140 x 240 x 6	11	St. B. 12	1016
4	Flachisen 100 x 20 x 3	10	St. B. 12	1016
4	Flachisen 100 x 20 x 3	9	St. B. 12	1016
2	Stützisen 30 x 15 x 3	8	St. B. 12	1016
8	Seitenblech 1,5 x 2,85 x 4,9	7	St. B. 12	1541
1	Deckel 38 x 30 x 3	6	St. B. 12	1016
1	Rohr 20 x 1,5 x 10	5	St. B. 12	2365
2	Flachisen 140 x 30 x 3	4	St. B. 12	1016
2	Stützen 3 x 30 gestrig x 302	3	St. B. 12	1016
1	U-Blech 1,5 x 102 gestrig x 332	2	St. B. 23	1541
1	U-Blech 1,5 x 300 gestrig x 750	1	St. B. 23	1541
Stückzeichnung u. Bemerkung Teil Verkauf Norm				

Heizkasten
für Gaspropaneneinsmelzung
500-G3-1667

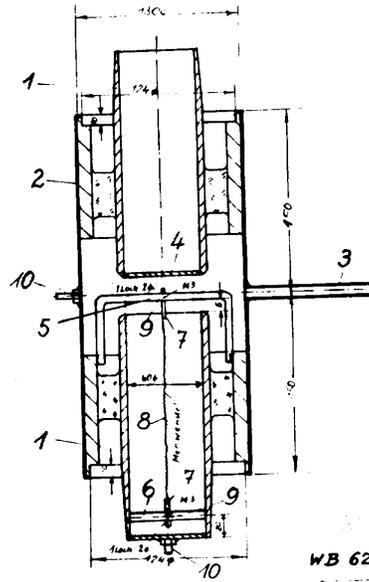
BST/GA

Prüfvorrichtung
für Druckkammeruntersuchungen

500 G4-1664

A

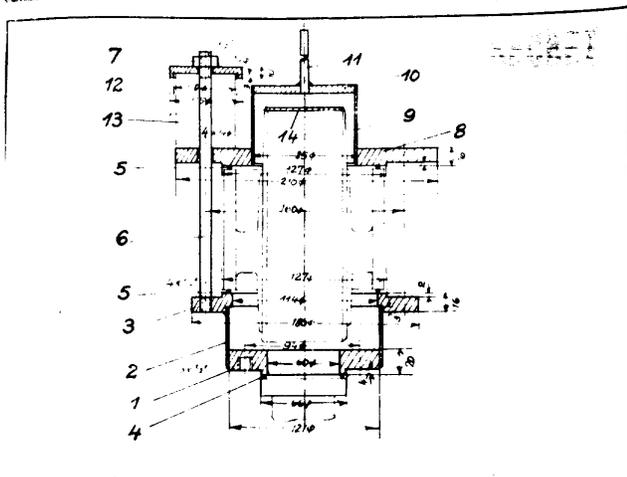
SECRET



WB 62020

2	Schraube für Mutter No. 15	10	Fl 31	
2	Halb-Scheibe	8	Fl 32	
1	Meßwand	7	Meßwand	
2	Steg 20/19	7	Mutter	
1	Steg 60/60/19	6	Fl 33	
1	Steg 60/200/40-12mm	5	Fl 34	
3	Lehrleiste 600 Stück	4	Fl 35	
1	Abzugrohr 150/150/150	3	Fl 36	
1	Mantel 130/130/300/19	2	Fl 37	
2	Anoden einschmelzung	1	Fl 38	
2	Kathode	1	Fl 39	
1	Teilgründ. 716	1	Fl 40	

M 1 25



10.3.42

1	Deckel	63 x 2 dnr	16		SI 0021		
2	Seite		13		SI		
4	Deckel	55/114 x 104,1 x 1	12		SI 0021		
1	Bohr	6/4 x 80/9	11		SI 0021		
1	Bohr	78/165 x 6 dnr	10		SI 0021		
1	Rohr	84/100 x 40/2	8	DIN 4541	SI II 23		
1	Flansch	240/85 x 16 dnr	8		SI 0021		
4	Mutter	9 x	7	DIN 934	SI		
4	Boizen	9 x 220/19 39 x Gew	6		SI		
2	Dichtung	38 x 81 x 10 mm 177/19	5		Alu		
2	Dichtung	16 mm 11 x 63 mm 192/19	4		Alu		
1	Flansch	100/114 16 dnr	3		SI 0021		
1	Rohr	120/122 x 38/19	2	DIN 1541	SI II 23		
1	Planen	127/60 x 20 dnr	1		SI 0021		
Skiz	Benennung		Teil	Zählung/Nr.	Material	Modell Nr.	

BSt/GA

Einzelprüfvorrichtung
für Glasampuleneinschmelzung

500-64-1670